

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
6. Juli 2006 (06.07.2006)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2006/069850 A1**

- (51) Internationale Patentklassifikation:  
**F02D 41/20** (2006.01) **F02D 41/38** (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2005/056036
- (22) Internationales Anmeldedatum:  
17. November 2005 (17.11.2005)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:  
10 2004 062 020.2  
23. Dezember 2004 (23.12.2004) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von  
US): **ROBERT BOSCH GMBH** [DE/DE]; Postfach 30 02  
20, 70442 Stuttgart (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **KEMMER, Helerson**  
[DE/DE]; Budapester Str. 37, 70839 Gerlingen (DE).
- (74) Gemeinsamer Vertreter: **ROBERT BOSCH GMBH**;  
Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).

- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,  
AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,  
CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI,  
GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE,  
KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV,  
LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI,  
NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG,  
SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US,  
UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.
- (84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,  
GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG,  
ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU,  
TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK,  
EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC,  
NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG,  
CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

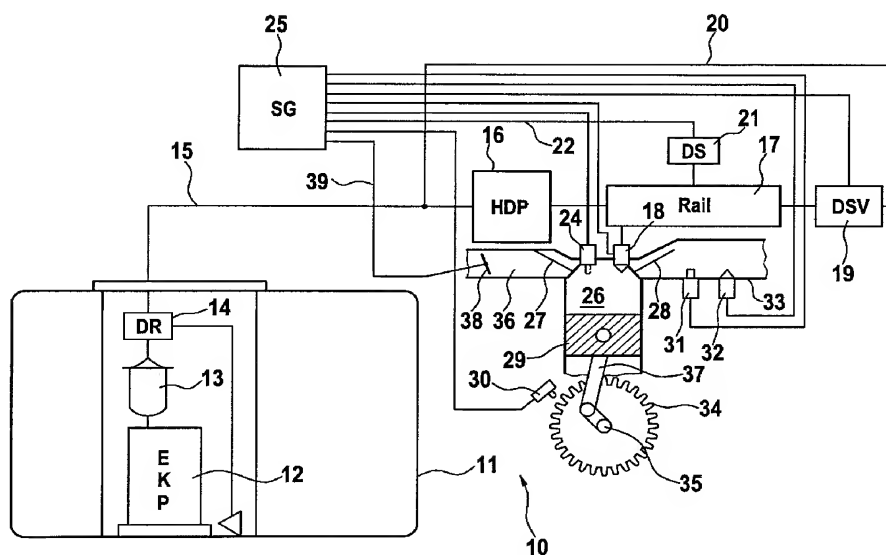
Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR OPERATING AN INTERNAL COMBUSTING ENGINE

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM BETRIEB EINER BRENNKRAFTMASCHINE



(57) Abstract: The invention relates to a method for operating an internal combustion engine provided with an electrically openable and closable injection valve (18). The aim of said invention is to reliably hold the valves open in all operation conditions. For this purpose, a holding current for the open valve (18) is switched from a standard value to an increased value in the determined operation conditions of the internal combustion engine and is reset to the standard value when said determined operation condition is over.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2006/069850 A1



---

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

---

**(57) Zusammenfassung:** Verfahren zum Betrieb einer Brennkraftmaschine mit einem Einspritzventil (18), das elektrisch geöffnet und geschlossen wird. Ein sicheres Offenhalten der Ventile in allen Betriebsbedingungen wird ermöglicht, indem der Haltestrom für ein geöffnetes Ventil (18) in bestimmten Betriebszuständen der Brennkraftmaschine von einem Standardwert auf einen erhöhten Wert umgeschaltet und mit Beendigung des bestimmten Betriebszustandes auf den Standardwert zurückgesetzt wird.

## Verfahren zum Betrieb einer Brennkraftmaschine

### Stand der Technik

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Brennkraftmaschine sowie ein Verfahren zu deren Betrieb.

Für das Offenhalten eines innenöffnenden Hochdruckeinspritzmagnetventils bei Benzin-Direkteinspritzung wird eine Haltephase eingesetzt, in der der durch das Hochdruckeinspritzventil fließende Strom auf einen effektiven Haltestromwert geregelt wird. Die Stromregelung erfolgt durch eine Endstufe des Steuergerätes, welche eine vom fließenden Strom abhängige Verlustleistung erzeugt. Die Verlustleistung kann insbesondere bei hochintegrierten Endstufen zu einer Überhitzung und zu konsequentem Versagen der Endstufe und darum zu Einspritzungsaussetzer führen. In diesen Fällen muss das Wärmeabfuhrvermögen der Leiterplatte örtlich verbessert werden, was zu erhöhten Kosten führt. Die Streuung der von dem Hochdruckeinspritzventil abgespritzten Kraftstoffmenge ist umso schlechter, je höher der Haltestrom ist, da die Löszeit des Stroms und darum die Schließzeit des Ventils und die abgespritzte Übermenge von der Höhe des Haltestroms abhängt. Die Höhe des Haltestroms wird hauptsächlich durch den maximalen Systemdruck (gegen den das Hochdruckeinspritzventil offen gehalten werden muss) und den statischen Durchfluss bestimmt.

### Probleme des Standes der Technik

Der höchste Systemdruck im Normalbetrieb bei Benzin-Direkteinspritzung wird durch das Öffnen eines Druckbegrenzungsventils bestimmt. Der Öffnungsdruck des Druckbegrenzungsventils wird in zwei Fällen des Normalbetriebs erreicht. Den ersten Fall stellt der Heißstart dar, d.h. ein Startvorgang nach einer Abstellphase mit Druckerhöhung im Kraftstoffhochdrucksystem auf Grund der Aufheizung des Kraftstoffs. Die Aufheizung des Kraftstoffs im Kraftstoffsystem erfolgt durch die Wärmeübertragung eines vorher in Volllast gefahrenen und deshalb stark aufgeheizten Motors. Der zweite Fall stellt das Wiedereinsetzen der Einspritzungen nach einem Schubetrieb dar. Im Schubetrieb wird das Einspritzen des Kraftstoffs eingestellt, und eine Druckerhöhung im Kraftstoffhochdrucksystem findet wegen dem oben genannten Grund statt. In beiden Fällen wird der Druck im Kraftstoffhochdrucksystem nach einigen Einspritzungen bis auf normales, geringeres Druckniveau abgesenkt. Der Haltestrom wird aber für den maximal erreichbaren Druck ausgelegt, nämlich für den Öffnungsdruck des Druckbegrenzungsventils. Die von der Endstufe erzeugte Verlustleistung und die Streuung der vom Hochdruckeinspritzventil abgespritzten Kraftstoffmenge könnten reduziert werden, falls ein reduzierter Haltestrom eingesetzt werden wäre. Das ist prinzipiell möglich, außer für die zwei oben erwähnten Fälle.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein sicheres Offenhalten der Ventile in allen Betriebsbedingungen zu ermöglichen.

#### Vorteile der Erfindung

Dieses Problem wird gelöst durch ein Verfahren zum Betrieb einer Brennkraftmaschine mit einem Einspritzventil, das elektrisch geöffnet und geschlossen wird, dadurch gekennzeichnet, dass der Haltestrom für ein geöffnetes Ventil in

bestimmten Betriebszuständen der Brennkraftmaschine von einem Standardwert auf einen erhöhten Wert umgeschaltet und mit Beendigung des bestimmten Betriebszustandes auf den Standardwert zurückgesetzt wird.

5

Ein Vorteil der Erfindung ist es, dass die Kühlungsbedingungen der Endstufe für den Normalbetrieb dimensioniert werden können. Man kann somit auf ein verbessertes, mit Kosten verbundenes Wärmeabfuhrvermögen der Leiterplatte verzichten. Die Überdimensionierung der Kühlungsbedingungen des Steuergerätes wegen der Systemdimensionierung für den Heißstart und Wiedereinsetzen nach Schubabschalten ist nicht notwendig. Der Zumessfehler des Hochdruckeinspritzventils wird ohne aufwändige Maßnahmen wie einer Konstruktionsänderung, Sortieren, usw. reduziert. Ferner kann ggf. die Kraft um das Hochdruckeinspritzventil offen zu halten erhöht werden, z.B. durch die Erhöhung des statischen Durchflusses des Ventils. Mit einem größeren statischen Durchfluss kann z.B. eine aufgeladene Variante einer Motorbaureihe bedient werden. Mit größerem statischen Durchfluss wird auch das Verhalten des Starts bei Tieftemperaturen verbessert. Die Erhöhung wird rückgängig gemacht, sobald der Kraftstoffdruck nach einigen Einspritzungen abgesenkt wird. Somit wird die Verlustleistung der Endstufe reduziert und durch die wenigen Einspritzungen mit geändertem Haltestrom erfolgt keine unzulässige Aufheizung der Endstufe. Die Zumessgenauigkeit des Hochdruckeinspritzventils wird auch verbessert.

Das Stromprofil wird beim Start generell geändert, so dass das Offenhalten der Hochdruckeinspritzventile bis zum Öffnungsdruck des Druckbegrenzungsventils sichergestellt ist. Am Ende des Startvorgangs wird der reduzierte Haltestrom für den Normalbetrieb wieder aktiviert. Überschreitet der Systemdruck eine bestimmte Druckschwelle im Schubbetrieb,

35

wird der Haltestrom für die darauf folgende Wiedereinsetzphase geändert. Die ersten Einspritzungen der Wiedereinsetzphase werden dann mit einem erhöhten Haltestrom abgesetzt. Sobald der Systemdruck die Druckschwelle wieder unterschreitet, wird der Haltestrom auf originelles, geringeres Niveau zurückgesetzt.

In einer Weiterbildung ist vorgesehen, dass der Haltestrom für das geöffnete Ventil während eines Startvorganges der Brennkraftmaschine von dem Standardwert auf den erhöhten Wert umgeschaltet und mit Übergang in den Normalbetrieb auf den Standardwert zurückgesetzt wird. Ebenso kann vorgesehen sein, dass der Haltestrom für das geöffnete Ventil bei Beendigung eines Schubetriebes von dem Standardwert auf den erhöhten Wert umgeschaltet und mit Übergang in den Normalbetrieb auf den Standardwert zurückgesetzt wird.

In einer Weiterbildung ist vorgesehen, dass der Haltestrom für das geöffnete Ventil beim Vorkommen eines Fehlerfalls Vollförderung der Hochdruckpumpe von dem Standardwert auf den erhöhten Wert umgeschaltet und bei Behebung des Fehlers in den Normalbetrieb auf den Standardwert zurückgesetzt wird. Unter dem Fehlerfall Vollförderung der Hochdruckpumpe ist insbesondere der Fall zu verstehen, dass die Hochdruckpumpe ungeregelt mit maximaler Leistung fördert.

In einer Weiterbildung ist vorgesehen, dass die Umschaltung zwischen Standardwert und erhöhtem Wert innerhalb eines Einspritzzyklus geschieht.

In einer Weiterbildung ist vorgesehen, dass der Haltestrom für das geöffnete Ventil von dem erhöhten Wert auf den Standardwert umgeschaltet wird wenn der Raildruck eine un-

tere Schwelle unterschreitet. Mit Unterschreiten der Schwelle wird in den Normalbetrieb übergegangen.

5 In einer Weiterbildung ist vorgesehen, dass der Haltestrom für das geöffnete Ventil von dem erhöhten Wert auf den Standardwert umgeschaltet wird wenn die Anzahl der Einspritzungen mit dem erhöhten Wert des Haltestroms einen Maximalwert überschreitet. Der erhöhte Wert des Haltestroms wird also nur für eine bestimmte Dauer, z.B. in Anzahl der Einspritzungen gemessen, aufrecht erhalten.

10 Das Eingangs genannte Problem wird auch gelöst durch eine Brennkraftmaschine mit einem Einspritzventil, das elektrisch geöffnet und geschlossen werden kann, dadurch gekennzeichnet, dass der Haltestrom für das geöffnete Ventil von einem Standardwert auf einen erhöhten Wert umschaltbar ist.

20 Zeichnungen

Nachfolgend wird ein Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung anhand der beiliegenden Zeichnung näher erläutert. Dabei zeigen:

25 Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Zylinders einer Brennkraftmaschine mit Kraftstoffversorgungssystem;

30 Fig. 2 eine Schaltskizze mit Steuergerät und Einspritzdüsen.

35 Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung eines Zylinders einer Brennkraftmaschine mit zugehörigen Komponenten des Kraftstoffversorgungssystems. Dargestellt ist eine Brennkraftmaschine mit Direkteinspritzung (Benzindirekteinspritzung BDE) mit

einem Kraftstofftank 11, an dem eine Elektrokraftstoffpumpe (EKP) 12, ein Kraftstofffilter 13 und ein Niederdruckregler 14 angeordnet sind. Vom Kraftstofftank 11 führt eine Kraftstoffleitung 15 zu einer Hochdruckpumpe 16. An die Hochdruckpumpe 16 schließt sich ein Speicherraum 17 an. Am Speicherraum 17 sind Einspritzventile 18 angeordnet, die vorzugsweise direkt Brenn-  
räumen 26 der Brennkraftmaschine zugeordnet sind. Bei Brennkraftmaschinen mit Direkteinspritzung ist jedem Brennraum 26 wenigstens ein Einspritzventil 18 zugeordnet, es können hier aber auch mehrere Einspritzventile 18 für jeden Brennraum 26 vorgesehen sein. Der Kraftstoff wird durch die Elektrokraftstoffpumpe 12 aus dem Kraftstofftank 11 über den Kraftstofffilter 13 und die Kraftstoffleitung 15 zur Hochdruckpumpe 16 gefördert. Der Kraftstofffilter 13 hat die Aufgabe, Fremdpartikel aus dem Kraftstoff zu entfernen. Mit Hilfe des Niederdruckreglers 14 wird der Kraftstoffdruck in einem Niederdruckbereich des Kraftstoffversorgungssystems auf einen vorbestimmten Wert, der meist in der Größenordnung von etwa 4 bis 5 bar liegt, geregelt. Die Hochdruckpumpe 16, die vorzugsweise direkt von der Brennkraftmaschine angetrieben wird, verdichtet den Kraftstoff und fördert ihn den Speicherraum 17. Der Kraftstoffdruck erreicht hierbei Werte von bis zu etwa 150 bar. In Fig. 1 ist beispielhaft ein Brennraum 26 einer Brennkraftmaschine mit Direkteinspritzung dargestellt, im Allgemeinen weist die Brennkraftmaschine mehrere Zylinder mit je einem Brennraum 26 auf. An dem Brennraum 26 ist wenigstens ein Einspritzventil 18, wenigstens eine Zündkerze 24, wenigstens ein Einlassventil 27, wenigstens ein Auslassventil 28 angeordnet. Der Brennraum wird von einem Kolben 29, der in dem Zylinder auf- und abgleiten kann, begrenzt. Über das Einlassventil 27 wird Frischluft aus einem Ansaugtrakt 36 in den Brennraum 26 angesaugt. Mit Hilfe des Einspritzventils 18 wird der Kraftstoff direkt in den Brennraum 26 der Brennkraftmaschine gespritzt. Mit der Zündkerze 24 wird das Kraftstoff-Luft-Gemisch entzündet. Durch die



Ausdehnung des entzündeten Kraftstoff-Luft-Gemisches wird der Kolben 29 angetrieben. Die Bewegung des Kolbens 29 wird über eine Pleuelstange 37 auf eine Kurbelwelle 35 übertragen. An der Kurbelwelle 35 ist eine Segmentscheibe 34 angeordnet, die von einem Drehzahlsensor 30 abgetastet wird. Der Drehzahlsensor 30 erzeugt ein Signal, das die Drehbewegung der Kurbelwelle 35 charakterisiert.

Die bei der Verbrennung entstehenden Abgase gelangen über das Auslassventil 28 aus dem Brennraum 26 zu einem Abgasrohr 33, in dem ein Temperatursensor 31 und eine Lambdasonde 32 angeordnet sind. Mit Hilfe des Temperatursensors 31 wird die Temperatur und mit Hilfe der Lambdasonde 32 der Sauerstoffgehalt der Abgase erfasst.

Ein Drucksensor 21 und ein Drucksteuerventil 19 sind am Speicherraum 17 angeschlossen. Das Drucksteuerventil 19 ist eingangsseitig mit dem Speicherraum 17 verbunden. Ausgangsseitig führt eine Rückflussleitung 20 zur Kraftstoffleitung 15. In dem Ansaugtrakt 36 ist eine Drosselklappe 38 angeordnet, deren Drehstellung über eine Signalleitung 39 und einen zugehörigen, hier nicht dargestellten elektrischen Aktuator durch das Steuergerät 25 einstellbar ist.

Anstatt einem Drucksteuerventil 19 kann auch ein Mengensteuerventil in dem Kraftstoffversorgungssystem 10 zur Anwendung kommen. Mit Hilfe des Drucksensors 21 wird der Istwert des Kraftstoffdrucks im Speicherraum 17 erfasst und einem Steuergerät 25 zugeführt. Durch das Steuergerät 25 wird auf der Basis des erfassten Istwertes des Kraftstoffdrucks ein Ansteuersignal gebildet, mit dem das Drucksteuerventil angesteuert wird. Die elektrische Ansteuerung der Einspritzventile 18 ist in Fig. 1 nicht dargestellt, diese ergibt sich aus Fig. 2. Über Steuerungssignalleitungen 22 sind die verschiedenen Aktuatoren und

Sensoren mit dem Steuergerät 25 verbunden. Im Steuergerät 25 sind verschiedene Funktionen, die zur Steuerung der Brennkraftmaschinen dienen, implementiert. In modernen Steuergeräten werden diese Funktionen auf einem Rechner programmiert und anschließend in einem Speicher des Steuergerätes 25 abgelegt. Die im Speicher abgelegten Funktionen werden in Abhängigkeit der Anforderungen an die Brennkraftmaschine aktiviert, hierbei werden insbesondere strenge Anforderungen an die Echtzeitfähigkeit des Steuergerätes 25 gestellt. Prinzipiell ist eine reine Hardwarerealisierung der Steuerung der Brennkraftmaschine alternativ zu einer Softwarerealisierung möglich.

In Fig. 2 ist die Beschaltung der Einspritzventile, diese sind hier als HPIV 11 sowie HPIV 12 bezeichnet, mit dem Steuergerät 25 dargestellt. Der Einfachheit halber sind in der nachfolgenden Darstellung die Indizes der jeweils dreifach vorhandenen Ausgänge BATTX, BOOSTX, SPOX, SHSX, DLSX1 sowie DLSX2 unterdrückt. Die Skizze zeigt beispielhaft einen Vierzylindermotor mit zwei Banken, hier als Bank 1 und als Bank 2 bezeichnet, wobei nur Bank 1 näher dargestellt ist. Das Steuergerät 25 umfasst hier eine Endstufe 40 zur Ansteuerung der Einspritzventile HPIV 11 und HPIV 12 sowie einen Mikrocontroller 41 zur Steuerung der Funktionen des Steuergerätes 25. Die Ansteuerung der Einspritzventile HPIV 11 sowie HPIV 12 erfolgt dergestalt, dass die Endstufe 40 die Signale BOOSTx\_1 bis BOOSTx\_3 zu SBOx\_1 bis SBOx\_3 in der Boosterphase zuschaltet, und DLSX1\_1 bis DLSX1\_3 für die Ansteuerung von HPIV11 zur Masse zuschaltet. Dadurch fließt ein hoher Strom durch HPIV11. Der notwendige Boosterstrom wird über die Eingänge BOOSTX\_1 usw. einem Boosterkondensator BK entnommen. Der Boosterkondensator BK wird dabei bei jedem Öffnungsvorgang eines der Einspritzventile entladen und in der Zwischenzeit über eine Nachladedrossel NLD, der an eine Batteriespannungsversorgung BS angeschlossen ist,

nachgeladen. Ein Nachladetransistor NLT dient der Steuerung des Nachladevorgangs.

5 Nach der Boosterphase schaltet die Endstufe 40 die Signale BATTx\_1 bis BATTx\_3 zu SHSx\_1 bis SHSx\_3 zu, und DLSX1\_1 bis DLSX1\_3 für die Ansteuerung von HPIV11 zur Masse. Somit fließt ein geringerer Strom in der Haltephase durch HPIV11. Der Ausgang SHSX liefert dabei eine Grundspannung zum Offenhalten des Ventils. Der Haltestrom wird durch das ab- und  
10 zuschalten von BATTx\_1 bis BATTx\_3 zu SHSx\_1 bis SHSx\_3 auf einem bestimmten, vorgewählten Niveau geregelt.

Das Boosterstromniveau lässt sich durch den Mikrocontroller 31 schrittweise einstellen, beispielsweise zwischen 1,9 und  
15 2,5 Ampere in 0,2 Ampereschritten. Wird das Haltestromniveau so hoch eingestellt, wird die durch das Fließen des Stroms bedingte Verlustleistung zu hoch, welche bei unzureichender Wärmeabfuhr aus der Endstufe zu einer Überhitzung und ggf. thermischem Abschalten der Endstufe führt. Um eine Überhit-  
20 zung der Endstufe zu vermeiden wird der Betrieb mit höherem Haltestrom auf einige Einspritzungen begrenzt. Die Umschaltung auf Normalbetrieb kann durch Unterschreiten einer Druckschwelle erfolgen. Alternativ kann nach einer bestimmten Anzahl von Einspritzungen, wobei die Anzahl vom Be-  
25 triebszustand der Brennkraftmaschine, z.B. Drehzahl, Last und dergleichen abhängig sein kann, auf Normalbetrieb umgeschaltet werden.

## Ansprüche

- 5 1. Verfahren zum Betrieb einer Brennkraftmaschine mit einem Einspritzventil (18), das elektrisch geöffnet und geschlossen wird, dadurch gekennzeichnet, dass der Haltestrom für ein geöffnetes Ventil (18) in bestimmten Betriebszuständen der Brennkraftmaschine von einem Standardwert auf einen erhöhten Wert umgeschaltet und mit Beendi-
- 10 gung des bestimmten Betriebszustandes auf den Standardwert zurückgesetzt wird.
- 15 2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Haltestrom für das geöffnete Ventil während eines Startvorganges der Brennkraftmaschine von dem Standardwert auf den erhöhten Wert umgeschaltet und mit Übergang in den Normalbetrieb auf den Standardwert zurückgesetzt wird.
- 20 3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Haltestrom für das geöffnete Ventil bei Beendigung eines Schubbetriebes von dem Standardwert auf den erhöhten Wert umgeschaltet und mit Übergang in den Normalbetrieb auf den Standardwert zurück-
- 25 gesetzt wird.
- 30 4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Haltestrom für das geöffnete Ventil beim Vorkommen eines Fehlerfalls Vollförderung der Hochdruckpumpe HDP 16 von dem Standardwert auf den erhöhten Wert umgeschaltet und bei Behebung des Fehlers in den Normalbetrieb auf den Standardwert zurückgesetzt wird.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Umschaltung zwischen Stan-

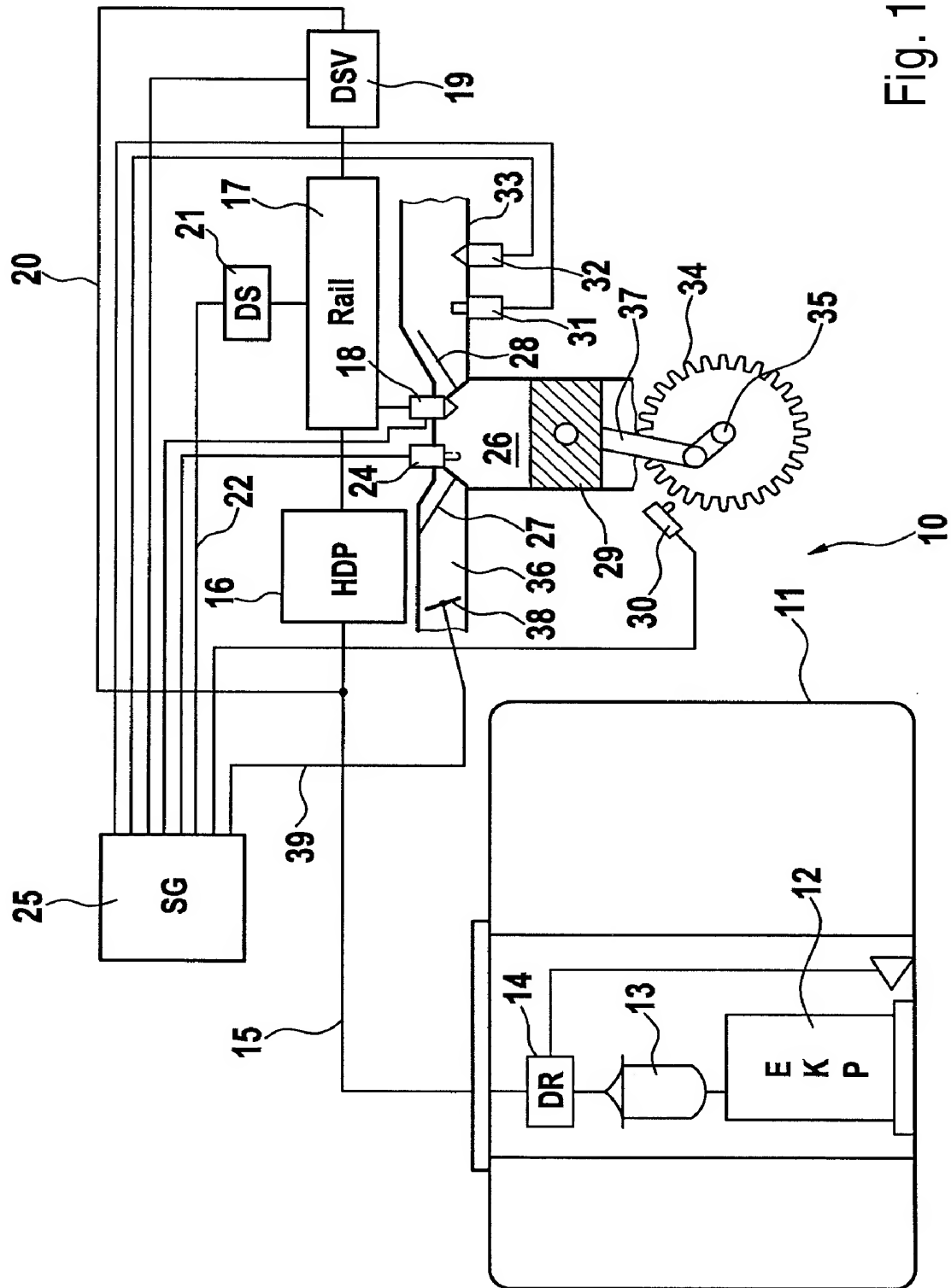
dardwert und erhöhtem Wert innerhalb eines Einspritzzyklus geschieht.

5 6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Haltestrom für das geöffnete Ventil von dem erhöhten Wert auf den Standardwert umgeschaltet wird wenn der Raildruck eine untere Schwelle unterschreitet.

10 7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Haltestrom für das geöffnete Ventil von dem erhöhten Wert auf den Standardwert und umgeschaltet wird wenn die Anzahl der Einspritzungen mit dem erhöhten Wert des Haltestroms einen Maximalwert überschreitet  
15

8. Brennkraftmaschine mit einem Einspritzventil (18), das elektrisch geöffnet und geschlossen werden kann, dadurch gekennzeichnet, dass der Haltestrom für das geöffnete Ventil von einem Standardwert auf einen erhöhten Wert umschaltbar ist.  
20

25



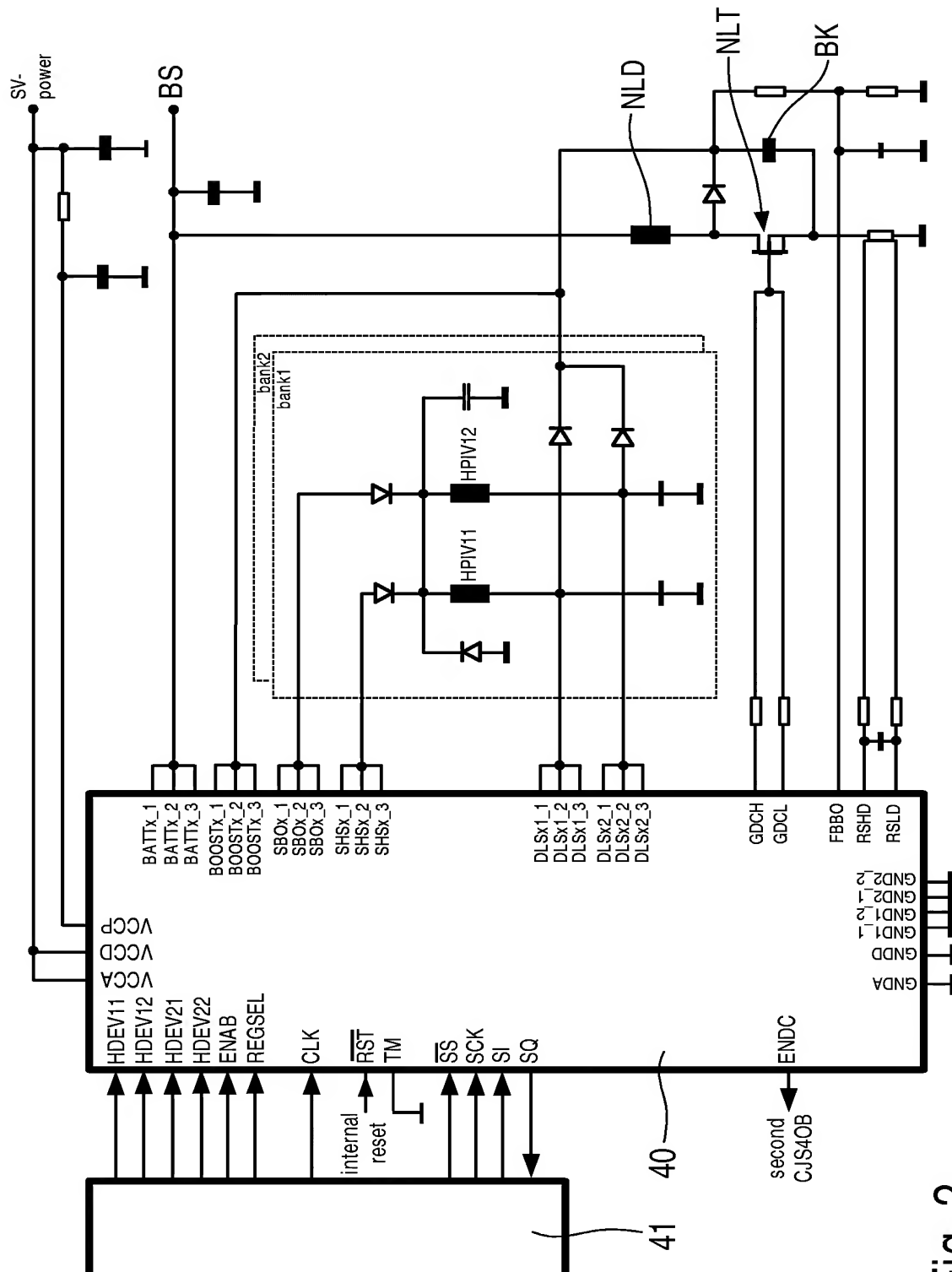


Fig. 2

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2005/056036

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
INV. F02D41/20 F02D41/38

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
F02D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 6 234 150 B1 (WATANABE TETSUSHI) 22 May 2001 (2001-05-22)	1-6,8
A	column 8, line 30 - column 10, line 38; figures	7
X	US 6 390 082 B1 (DUFFY KEVIN P ET AL) 21 May 2002 (2002-05-21)	1,5,6,8
A	column 6, line 35 - column 7, line 46; figures	2-4,7
X	EP 1 396 630 A (HITACHI, LTD) 10 March 2004 (2004-03-10)	1,5,6,8
	paragraphs [0012], [0028], [0038], [0039]; figures 1,7,8	
X	DE 39 42 836 A1 (DAIMLER-BENZ AKTIENGESELLSCHAFT, 7000 STUTTGART, DE)	8
A	27 June 1991 (1991-06-27) the whole document	1,5



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

\* Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

\*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

\*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

\*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

\* & \* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

17 March 2006

Date of mailing of the international search report

24/03/2006

Name and mailing address of the ISA/  
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Aign, T



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2005/056036

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
US 6234150	B1	22-05-2001	JP	3505453 B2		08-03-2004
			JP	2001132524 A		15-05-2001
US 6390082	B1	21-05-2002	GB	2364794 A		06-02-2002
EP 1396630	A	10-03-2004	JP	2004092573 A		25-03-2004
			US	2004040545 A1		04-03-2004
DE 3942836	A1	27-06-1991	EP	0438640 A1		31-07-1991
			US	5182517 A		26-01-1993

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2005/056036

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
INV. F02D41/20 F02D41/38

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

## B. RESEARCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
F02D

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 6 234 150 B1 (WATANABE TETSUSHI) 22. Mai 2001 (2001-05-22)	1-6,8
A	Spalte 8, Zeile 30 - Spalte 10, Zeile 38; Abbildungen	7
X	US 6 390 082 B1 (DUFFY KEVIN P ET AL) 21. Mai 2002 (2002-05-21)	1,5,6,8
A	Spalte 6, Zeile 35 - Spalte 7, Zeile 46; Abbildungen	2-4,7
X	EP 1 396 630 A (HITACHI, LTD) 10. März 2004 (2004-03-10)	1,5,6,8
	Absätze [0012], [0028], [0038], [0039]; Abbildungen 1,7,8	
X	DE 39 42 836 A1 (DAIMLER-BENZ AKTIENGESELLSCHAFT, 7000 STUTTGART, DE)	8
A	27. Juni 1991 (1991-06-27) das ganze Dokument	1,5



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann nahellegend ist

\*G\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

17. März 2006

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

24/03/2006

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Aign, T

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2005/056036

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 6234150	B1	22-05-2001	JP	3505453 B2	08-03-2004
			JP	2001132524 A	15-05-2001
US 6390082	B1	21-05-2002	GB	2364794 A	06-02-2002
EP 1396630	A	10-03-2004	JP	2004092573 A	25-03-2004
			US	2004040545 A1	04-03-2004
DE 3942836	A1	27-06-1991	EP	0438640 A1	31-07-1991
			US	5182517 A	26-01-1993